

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



PCT/CH 00 / 00328 #2

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 26 JUN 2000	
WIPO	PCT

4
#2
PRIORITY
PAPER
AW
8-12-03

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

Gli uniti documenti sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 1 6. Juni 2000

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

Rolf Hofstetter
Rolf Hofstetter

Patentgesuch Nr. 1999 1137/99

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:
Stoffschlüssiges Verbinden.

Patentbewerber:
Woodwelding AG
Bodmerstrasse 7
8002 Zürich

Vertreter:
Frei Patentanwaltsbüro
Postfach 768
8029 Zürich

Anmeldedatum: 18.06.1999

Voraussichtliche Klassen: C09J

Unveränderliches Exemplar
Exemplaire invariable
Esemplare immutabile

STOFFSCHLÜSSIGES VERBINDEN

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von mehreren Körpern mit Verbindungselementen.

Das rationelle Verbinden von Teilen in der industriellen Fertigung stellt eines der Hauptprobleme dar. Speziell poröse Materialien wie Holz, Pressspanplatten, poröse
5 Steine oder andere Materialien sind nur schwer zu verarbeiten. Neben den gängigen Methoden die auf mechanischen Befestigungselementen beruhen sind auch andere Techniken bekannt. Beispielhaft sei hier das Verkleben erwähnt.

Thermische Verfahren, die auf dem Aufschmelzen von gewissen Materialien beruhen, erfreuen sich immer grösserer Beliebtheit. Bei diesen werden die zu verbindenden Oberflächen z.B. unter Reibung gegeneinander gedrückt, sodass entweder einer
10 der Grundstoffe der zu verbindenden Teile, oder ein weiterer Stoff, aufgrund der Reibwärme aufgeschmolzen wird, wodurch die Teile fest miteinander verbunden werden. Die heute bekannten Verfahren weisen verschiedene Nachteile auf. Mechanische Verbindungen, wie Schrauben oder Nägel, die primär auf Form- oder Reibschluss beruhen, sind z.T. aufwendig zu verarbeiten, weisen eine hohe Kerbwirkung
15 auf, reißen leicht aus oder lockern sich im Laufe der Zeit. Speziell erwähnt sei hier die Problematik von ausreissenden oder sich lösenden Befestigungspunkten in Möbeln aus Pressspanplatten oder ähnlichen Materialien. Dies ist auf die zu hohen Spannungs- und die ungünstigen Lastkonzentrationen zurückzuführen.

fertigte Bohrungen gesteckt werden und anschliessend durch mechanische Anregung und Druck aufgeschmolzen werden. Ein entsprechendes Verfahren ist bspw. aus PCT/EP95/02527 bekannt. Signifikant ist hierbei, dass die zu verbindenden Teile für die Aufnahme der Dübel zwingend vorgebohrt bzw. vorgebahnt werden müssen bevor der Dübel in die Bohrung eingesetzt und mit den Seitenwänden an vorbestimmten Stellen (gewisse Bereiche am Bohrungsende und entlang des Dübels) durch Aufschmelzen verbunden werden können. Die dazu notwendige thermische Energie wird durch Strahlung oder mittels Ultraschall angeregter Reibung erzeugt. Durch das erforderliche (präzise) Vorbohren, handelt es sich hierbei um ein Verfahren das mehrere Arbeitsschritte erfordert.

Es ist Aufgabe der hier diskutierten Erfindung, ein Verfahren aufzuzeigen mittels dem Verbindungen zwischen Körpern rationell hergestellt werden können, wobei schädliche Spannungskonzentrationen vermieden und eine optimale Lasteinleitung selbst in stark porösen Materialien erreicht wird. Die Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen definierte Erfindung gelöst.

Die hier offenbarte Erfindung beruht auf einem Verfahren zur Verbindung von porösen Materialien bzw. zur Verankerung von Lasteinleitungspunkten in porösen und anderen Materialien. Die durch dieses Verfahren erzeugten Verbindungen beruhen auf Stoff- und Formschluss. Verbindungselemente, vorzugsweise aus einem schmelzbaren Kunststoff, werden dabei so auf eine Oberfläche gepresst, dass sie diese durchbrechen und in den darunter liegenden Bereich des Körpers eindringen. Nach Erreichen eines definierten Lastniveaus und/oder nach Erreichen einer bestimmten Eindringtiefe werden die Verbindungselemente unter Aufrechterhaltung der äusseren Last vorzugsweise mittels Ultraschall mechanisch angeregt, so dass sie kontrolliert partiell aufschmelzen. Selbstverständlich kann die mechanische Anregung beispielsweise auch mittels Rotation erzeugt werden. Das Aufschmelzen findet in aller Regel in der Vertiefung statt, die durch das Eindringen des Verbindungsele-

reichsweise Materialkompression in den angrenzenden Zonen wird erreicht, dass die Verbindungselemente sehr starken Rückhalt selbst in stark porösen Material finden. Dadurch werden sehr hohe mechanische Auszugskräfte erreicht. Durch das zusätzliche räumliche Durchsetzen der komprimierten Verankerungszone und der angrenzenden Bereiche mit dem aufgeschmolzenen Material des Verbindungselementes unter hohem Druck unterhalb der Materialoberfläche, wird erreicht, dass das komprimierte Material der Verankerungszone zusätzlich verfestigt wird. Eine optimale Verteilung der eingeleiteten Lasten und ein Abbau von schädlichen Spannungsspitzen wird daher gewährleistet. So ist es beispielsweise erstmals möglich selbst in mit einer Melaminschicht versehenen Spahnplatten dauerhafte und belastungsresistente Verankerung von Lasteinleitungspunkten ohne Vorbohren in einem Arbeitsschritt zu realisieren. Durch Wärme und Druck wird das Holz plastisch verformt, die inneren Spannungen werden stark abgebaut oder egalisiert.

Im Unterschied zum Stand der Technik wirken die Verbindungselemente der hier offenbarten Erfindung nicht nur im Bereich der Oberfläche der zu verbindenden Elemente, sondern bevorzugt in deren Innern. Indem ein Vorbohren aller zu verbindenden Teile nicht erforderlich ist, was sich insbesondere verfahrensökonomisch günstig auswirkt, wird zudem erreicht, dass die Verankerungspunkte im Unterschied zu den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, die ein Vorbohren der zu verbindenden Teile erfordern, höher belastbar sind. Ausserdem wird Staubbildung beim Verarbeitungsprozess weitgehend oder ganz vermieden. Durch das gezielte Abbauen von auftretenden Spannungsspitzen im Grundmaterial, ist es möglich selbst in sehr dünne Elemente sehr dicke Verbindungselemente ohne Vorbohren zu verankern. Versuche haben gezeigt, dass beispielsweise ein erfindungsgemässes Verbindungselement, das eine Dicke von ca. 8 mm aufweist, ohne Vorbohren in die Kantenfläche einer Pressspahnplatte von ca. 20 mm Dicke verankert werden kann. Das Verankern von Lasteinleitungs- oder Verbindungsstellen in porösen Materialien wird also dramatisch rationalisiert. Dadurch dass zuvor ein Vorbohren der Teile nicht mehr erforderlich ist oder bei Bedarf im selben Schritt integriert ist, beispielsweise in

Vorteilhafterweise werden Verbindungselemente aus thermoplastischen Kunststoffen verwendet. Thermoplastische Kunststoffe weisen eine sehr hohe mechanische Dämpfung auf, welche sich in einer irreversiblen Energieabsorption äussert. Aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen macht sich diese besonders bei mit

5 sehr hoher Frequenz (z.B. Ultraschall) angeregten Bauteilen bemerkbar, indem diese unkontrolliert aufschmelzen. Durch ein Beimischen von Stoffen, welche die mechanische Dämpfung gezielt kontrollieren, ist es erstmals möglich ein unkontrolliertes Aufschmelzen der Verbindungselemente zu vermeiden. Je nachdem wird eine höhere mechanische Belastbarkeit der Verbindungselemente beim Verarbeiten erreicht. Insbesondere

10 beim mechanischen Durchbrechen der Deckschichten kann man eine erhöhte Robustheit erzielen, welche sich sekundär auch auf die spätere mechanische Belastbarkeit der Verbindungselemente auswirkt. Besonders vorteilhaft sind Werkstoffe wie Kalkpulver, Holzmehl, die sich isotrop verhalten, oder Werkstoffe wie Verstärkungsfasern, usw., die sich anisotrop verhalten. Über die Menge der zusätzli-

15 chen Materialkomponenten können die Eigenschaften der Verbindungselemente gezielt eingestellt werden. Die Verbindungselemente können auch partiell oder zonenweise eine höhere Konzentration der zusätzlichen Materialkomponente aufweisen. Dadurch können die Bereiche des Aufschmelzens zusätzlich kontrolliert werden.

Das Schwingverhalten der Verbindungselemente kann über die Frequenz, die Geometrie, die Masseverteilung sowie die Materialzusammensetzung gesteuert werden.

20 Um besonders grosse Auslenkungen der Verbindungselemente zu erreichen, wird die Frequenz des Ultraschalls so gewählt, dass die Verbindungselemente mit ihrer Resonanz-, resp. Eigenfrequenz schwingen. Durch die Geometrie wird das Schwingverhalten, insbesondere das Eigenschwingverhalten zusätzlich optimiert und unterstützt.

25 Beispielsweise durch Massekonzentrationen oder Dichtevvariationen an geeigneten Stellen wird erreicht, dass sich die Verbindungselemente ähnlich wie Feder/Masse-Pendel mit einer oder mehreren Federn und Massen verhalten. Über eine gezielte Anisotropie der Materialien der Verbindungselemente wird erreicht, dass die Schallübertragung richtungsabhängig wird. So erzeugte Schallbrücken ermöglichen, dass

Es zeigen

- Figur 1** die wesentlichen Schritte des erfindungsgemässen Verfahrens anhand einer Schnittdarstellung,
- Figur 2** diverse Ausführungsformen von Verbindungselementen,
- 5 **Figur 3** eine weitere Ausführungsform eines Verbindungselementes,
- Figur 4** die wesentlichen Schritte des Verfahrens unter Verwendung des Verbindungselementes gemäss Figur 2,
- Figur 5** wie zwei Teile mit dem erfindungsgemässen Verfahren verbunden werden,
- 10 **Figur 6** wie zwei weitere Teile verbunden werden,
- Figur 7** wie ein Verbindungselement kontrolliert verarbeitet wird.

Figur 1 zeigt schematisch die wesentlichen Schritte des erfindungsgemässen Verfahrens in einer Schnittdarstellung. Ein Verbindungselement, das hier die Form eines
15 länglichen Dübels 1 aufweist, wird in einem porösen Grundmaterial 10, wie Holz,

hohem Druck. Dies bewirkt, dass das aufgeschmolzene Material des Dübels 1 in das Grundmaterial 10 gepresst wird, so dass allfällige Hohlräume ausgefüllt werden (vgl. Figur 1c). Die Ultraschallschwingungen und die entstandene Schmelzwärme wirken unterstützend.

- 5 Es handelt sich bei der hier gezeigten Ausführungsform um ein kontinuierliches Aufschmelzen des Dübels 1 in der Zone 13. Durch das Nachführen des Dübels 1 durch die Öffnung 11 in die Zone 13 und die Kraft F wird erreicht, dass der Druck unterhalb der Oberfläche aufrechterhalten bleibt. Durch die Schwingungsfrequenz und die anderen Prozessparameter wird die Schmelzzone 13 beeinflusst. Eine Länge L des
- 10 Dübels 1 spielt hier eine gewisse Rolle, da sie u.a. mit dem Schwingverhalten zusammenhängt. Aufgrund des Aufschmelzens in der Zone 13 und dem Nachführen des Dübels 1 durch die Öffnung 11 verändert sich die Länge L des Dübels 1. Aus diesem Grund werden falls erforderlich die anderen Prozessparameter in Funktion der sich verändernden Grössen, wie z.B. der Länge L, überwacht und bei Bedarf während dem Prozess verändert. Die Länge L wird daher z.B. mit einem Sensor (nicht näher dargestellt) gemessen und die als Regelgrösse für die Ultraschallfrequenz verwendet. Dadurch wird ein optimales Aufschmelzen des Dübels 1 erreicht.

- Figur 2 zeigt beispielhaft sechs verschiedene Ausführungsformen von Verbindungselementen 20. Die einzelnen Ausführungsformen eignen sich für unterschiedliche
- 20 Anwendungen und Materialien. Es ist selbstverständlich, dass die Ausgestaltung stark von den hier gezeigten Formen abweichen kann. Um den unterschiedlichen Materialien und Anwendungsgebieten Rechnung zu tragen, werden die verschiedenen Verbindungselemente gezielt angepasst. Die hier gezeigten Verbindungselemente werden in der Regel während dem Verarbeiten an einem Ende 21 in einer
- 25 Halterung (nicht näher dargestellt) festgehalten und kontrolliert. Die optimale Materialzusammensetzung variiert von Anwendungsfall zu Anwendungsfall und wird daher angepasst. Um die mechanische Dämpfung zu beeinflussen beinhalten die

nahme weiterer Elemente beispielsweise Schrauben, usw. dienen. Eine Verankerung in porösen Materialien wie Holz, Zellbeton oder ähnlichen Materialien wie Beton oder Kunststoffen ist besonders vorteilhaft. Dabei ist das Vorbohren der zu verbindenden Oberflächen nicht erforderlich. Das Verbindungselement 30 besteht aus einem thermoplastischen Kunststoff. Dieser ist mit zusätzlichen Füllstoffen versehen, welche die innere mechanische Dämpfung beeinflussen. Damit wird das Aufschmelzverhalten kontrolliert und beeinflusst. Das Verbindungselement wird vorteilhafterweise mittels Spritzgiessen hergestellt. Durch das Verarbeiten von mehreren Komponenten wird erreicht, dass eine Gradierung im Verbindungselement 30 resultiert, die auf die zu verbindenden Grundmaterialien abgestimmt ist. Um die Verarbeitung von schwierigen Materialien zu ermöglichen, können die Elemente 32 und 34 auch so ausgestaltet werden, dass ihre Schneidwirkung durch eine sekundäre Bewegung erhöht wird. Beispielsweise können sie so ausgestaltet sein, dass durch eine Rotation das Grundmaterial unterstützend aufgebrochen wird. Das Verbindungselement 30 ist dabei vorteilhafterweise so ausgestaltet, dass es infolge der Sekundärbewegung nicht aufschmilzt.

Figur 4 zeigt schematisch die Verarbeitung eines Verbindungselementes 30 gemäss Figur 3 in drei Schritten in einer Schnittdarstellung. Es versteht sich von selber, dass hier nur das Prinzip gezeigt wird. Selbstverständlich kann das Verbindungselement 30 auch eine andere Geometrie aufweisen oder mit anderen Elementen, wie beispielsweise Beschlägen, anderen Befestigungselementen oder Scharnieren verbunden sein. Das Verbindungselement 30 wird in einem ersten Schritt (vgl. Fig. 4a) über eine Oberfläche 40 eines Grundmaterials 41 gebracht. Das Grundmaterial besteht hier aus einem porösen Material das an den Randzonen 42 eine höhere Dichte aufweist, als in der Kernzone 43 (Selbstverständlich können auch Materialien verarbeitet werden, die eine konstante Dichte aufweisen). Deckschichten 44 bilden einen äusseren Abschluss des Grundmaterials. Das über der Oberfläche 40 positionierte Verbindungselement 30 wird durch eine Kraft F (vgl. Fig. 4b) so auf die Oberfläche 30 gepresst, dass die Elemente 32 und 34 diese durchstossen und bis zu einer gewis-

52 mittels dem Ultraschallerzeuger (nicht näher dargestellt) mechanisch angeregt (dargestellt durch die Pfeile 12). Dadurch beginnt das Verbindungselement 52 gezielt aufzuschmelzen und in den Körper 50 einzudringen (vgl. Fig. 5c). Dabei wird das Material des Körpers 50 gezielt verdichtet und allfällige Hohlräume mit dem aufgeschmolzenen Material des Verbindungselementes 52 durchsetzt. Rippen 56 oder ähnlich wirkende Elemente am Verbindungselement 52 führen dazu, dass nach dem Erreichen einer gewissen Eindringtiefe des Verbindungselementes 52 in den Körper 50 eine Verbindung zwischen dem Körper 51 und dem Verbindungselement 52 stattfindet. Nachdem das Verbindungselement die gewünschte Tiefe erreicht hat, resultiert eine feste Verbindung zwischen den beiden Körper 50 und 51. Aufgrund der Tatsache, dass ein Vorbohren beider Körper nicht erforderlich ist, kann die Verbindung in einem Arbeitsschritt auf rationellste Art und Weise erfolgen. Bei Bedarf kann das Verbindungselement 52 an seiner Oberfläche mit zusätzlichen Elementen versehen werden. Diese führen dazu, dass durch eine sekundäre Bewegung des Verbindungselementes 52 (bspw. eine Rotation um die Längsachse) unter der Kraft F ein leichteres Eindringen, unter Inkaufnahme einer gewissen Spahnbildung, resultiert. Diese sekundäre Bewegung führt jedoch nicht zu einem unkontrollierten Aufschmelzen des Verbindungselementes 52. Um die Verbindung zwischen den beiden Körper 50 und 51 zu unterstützen oder um eine gewisse Dichtwirkung zu erzielen, ist es vorteilhaft Flächen 59 und 60 mit einer Schicht aus schmelzbarem Material zu versehen. Diese Schicht kann auch zusätzlich eingebracht werden. Durch die über das Verbindungselement 52 oder direkt eingebrachten Ultraschallschwingungen wird erreicht, dass diese Schicht aufgrund von Reibung und/oder innerer mechanischer Dämpfung aufschmilzt. Dadurch wird die Verbindung zwischen den beiden Körper 50 und 51 durch das Verbindungselement 52 zusätzlich unterstützt und gedichtet. Das hier gezeigte Verfahren eignet sich beispielsweise besonders für die Verbindung von Fensterrahmen oder ähnlichen Elementen. Dabei ist es erstmals möglich sehr dünne, schlanke Körper ohne präzises Vorbohren so zu verbinden, dass eine maximale mechanische Belastbarkeit erreicht wird.

gen resultiert. Um die Kontaktflächen zwischen dem ersten Körper 65 und dem zweiten Körper 66 gegen Umwelteinflüsse zu dichten, können die Kontaktflächen mittels einem thermisch schmelzbaren Lack oder einer anderen Beschichtung versehen werden, die beim mechanischen Anregen mittels Ultraschall aufschmilzt. Dadurch wird erreicht, dass die Kontaktflächen zusätzlich dichtend verbunden werden. Figur 6c) zeigt eine weitere Ausführungsform eines Verbindungselementes 75 welches zur Verbindung der Körper 65 und 66 geeignet ist. Im Unterschied zum Verbindungselement 67 (vgl. Figur 6a) weist das Verbindungselement 75 gewisse Ähnlichkeiten mit einem Bohrer auf. An einem Ende 76 weist das Verbindungselement 75 eine Gestaltung auf, die ein partielles Eindringen durch Überlagern einer Sekundärbewegung in zumindest einen der Körper 65 und 66 unterstützt. Diese Sekundärbewegung kann beispielsweise durch eine Rotation um die Längsachse realisiert werden, die aber nicht zum unkontrollierten Aufschmelzen des Verbindungselementes 75 führt. Nachdem eine gewisse Eindringtiefe in eines der Teile erreicht ist, wird mit dem Verbindungselement 75 gleich verfahren wie mit dem Verbindungselement 67 (vgl. Figur 6a und 6b).

Figur 7 zeigt schematisch eine Möglichkeit für die optimale Regelung des erfindungsgemässen Verfahrens beidem ein Verbindungselement 80 in eine Oberfläche 81 eines Körpers 82 eindringt. Die für den Verarbeitungsprozess relevanten Messgrössen sind u.a. die freie Länge L' des Verbindungselementes 80 und die Temperatur T des aufgeschmolzenen Materials und der Umgebung. Diese werden massgeblich durch die Grösse der Kraft F , die Energie der Ultraschallschwingungen (Frequenz, Amplitude), dargestellt durch einen Pfeil 12, und die Vorschubgeschwindigkeit, mit der das Verbindungselement in die Oberfläche 81 eindringt, bestimmt. Um eine optimale Verarbeitung des Verbindungselementes 80 zu gewährleisten, werden diese Grössen während dem Prozess überwacht und zur Ermittlung der erforderlichen Stellgrössen verwendet. Das Ermitteln der Temperatur T , vorzugsweise indirekt, und der freien Länge L' ist schematisch durch die Pfeile 83.1 und 83.2 dargestellt. Die Stellgrössen werden in einem geeigneten Prozessrechner 84 ermittelt und

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Verbinden von Körpern (41, 50, 51, 65, 66) mittels thermischem Aufschmelzen eines Verbindungselementes (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) mittels einer gerichteten Kraft (F) auf eine Oberfläche (4, 40, 59) von mindestens einem der Körper (41, 50, 51, 65, 66) wirkt, diese aufgrund der gerichteten Kraft (F) durchdringt, und eingedrungen eine mechanische Anregung derart erzeugt wird, dass während eines weiteren Eindringens des Verbindungselementes (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) in den mindestens einen Körper (41, 50, 51, 65, 66) der Vorschub über die gerichtete Kraft (F) und das Aufschmelzen durch die mechanische Anregung aufrecht erhalten wird, damit aufgeschmolzenes Material hydraulisch in die Umgebung verdrängt werden kann.
5
2. Verfahren gemäss Patentanspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanische Anregung nach Erreichen einer vorbestimmten Eindringtiefe des Verbindungselementes (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) in einen der Körper (41, 50, 51, 65, 66) und/oder einem nach Erreichen eines vorbestimmten Lastniveaus der gerichteten Kraft (F) einsetzt.
10
3. Verfahren gemäss Patentanspruch 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanische Anregung mittels Ultraschall erfolgt.
20

10. Verfahren gemäss Patentanspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens einer der zu verbindenden Körper (41, 50, 51, 65, 66) aus porösem Material besteht.
- 5 11. Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) zur Verwendung im Verfahren gemäss Patentanspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) aus thermoplastischem Kunststoff besteht.
- 10 12. Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) gemäss Patentanspruch 11 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) mittels Spritzgiessen hergestellt wird.
13. Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) gemäss Patentanspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermoplastische Kunststoff Zusatzstoffe enthält, die die innere mechanische Dämpfung verringern.
- 15 14. Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) gemäss Patentanspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermoplastische Kunststoff Zusatzstoffe enthält, die die mechanische Festigkeit erhöhen.
- 20 15. Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) gemäss Patentanspruch 13 und/oder 14 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zusatzstoffe aus Kalkpulver, Kohlefasern, Glasfasern, Aramidfasern, Holzmehl oder Keramik oder einer Mischung dieser Stoffe besteht.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von Körpern (41, 50, 51, 65, 66) mittels dem thermischem Aufschmelzen eines Verbindungselementes (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80). Das Verbindungselement (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) wirkt mittels einer gerichteten Kraft (F) auf eine Oberfläche (4, 40, 59) von einem der Körper (41, 50, 51, 65, 66) und durchdringt diese aufgrund der gerichteten Kraft (F). Im eingedrungenen Zustand wird eine mechanische Anregung derart erzeugt, dass, während dem weiteren Eindringen des Verbindungselementes (1, 20, 30, 52, 67, 75, 80) in den einen Körper (41, 50, 51, 65, 66), der Vorschub über die gerichtete Kraft (F) und das Aufschmelzen durch die mechanische Anregung aufrecht erhalten wird und damit aufgeschmolzenes Material hydraulisch in die Körper (41, 50, 51, 65, 66) verdrängt wird.

(Figur 1)

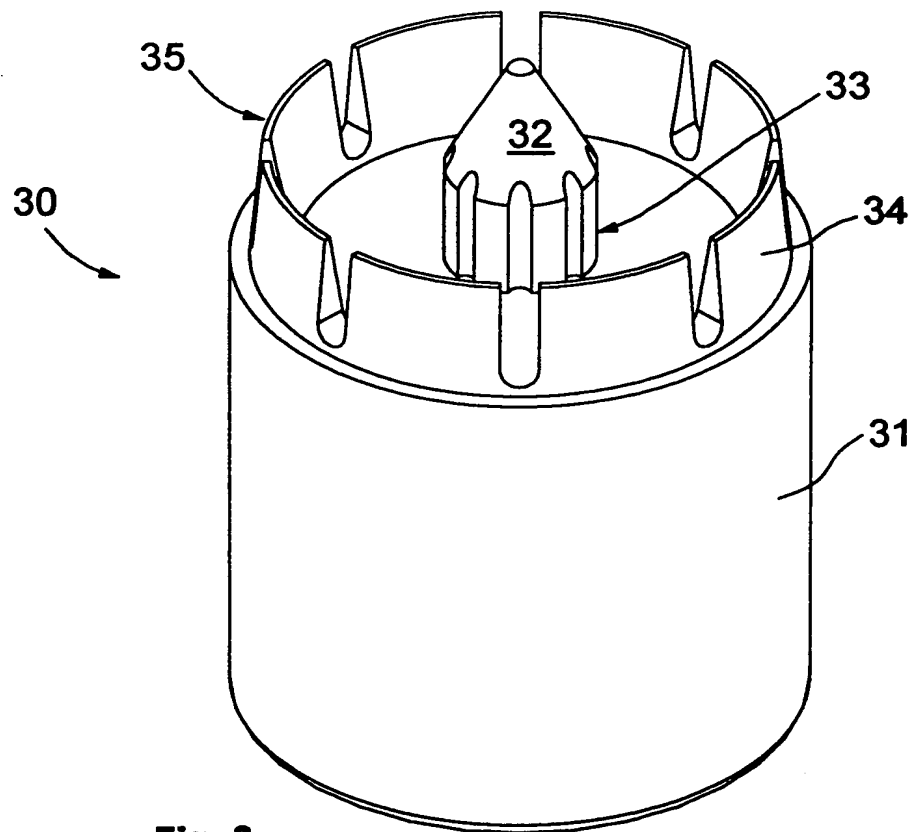


Fig. 3

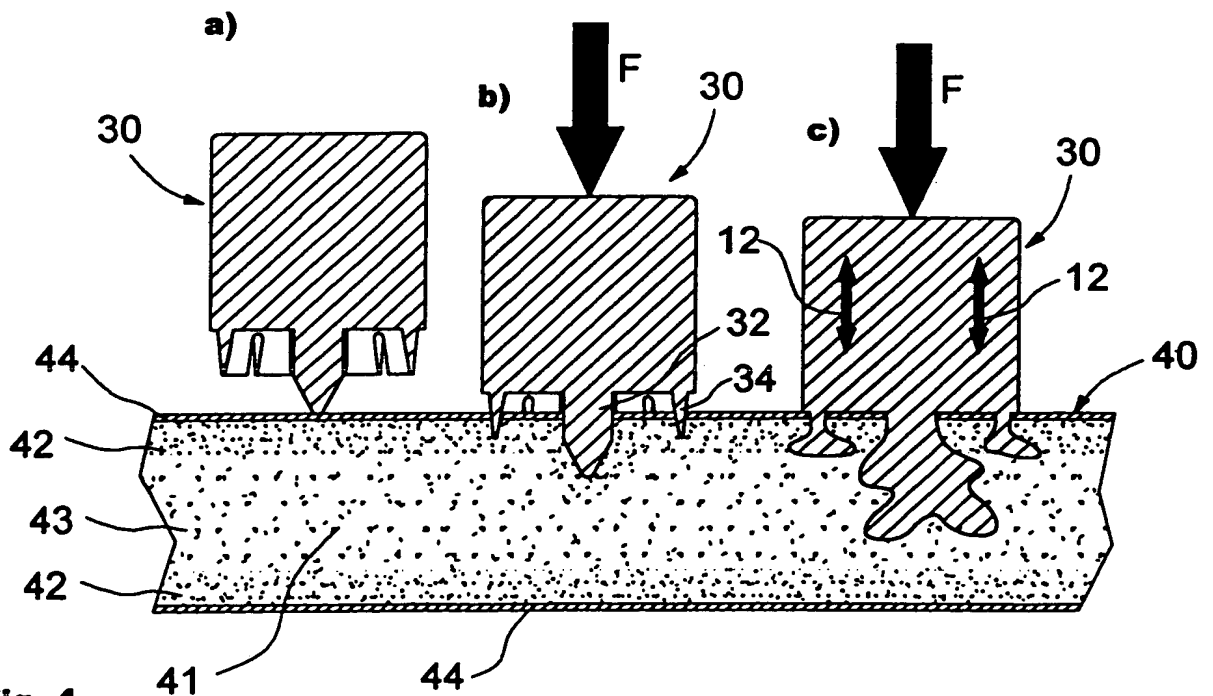


Fig. 4

107 90

